

Opinnäytetyö (AMK)

Kone- ja tuotantotekniikka

Koneautomaatio

2019

Sakari Kangas

# AURINKOPANEELI- KIINNIKKEEN SUUNNITTELU



Sakari Kangas

# AURINKOPANEELIKIINNIKKEEN SUUNNITTELU

Opinnäytetyön tarkoituksena oli suunnitella uusi reuna- ja jatkokiinnike aurinkosähköpaneelille. Tavoite uusille kiinnikkeille oli alentaa kustannuksia niiden valmistuksessa, tehdä niistä helpommin paikalleen asennettavia ja säästää asennuskustannuksissa. Vanhojen kiinnikkeiden kustannukset ovat erittäin suuret ja tietyissä olosuhteissa niiden asennettavuus hieman hankalaa. Tavoite oli pystyä kiristämään kiinnikkeet akkuporakoneen kanssa, käyttäen vain toista kättä. Tämän opinnäytetyön toimeksiantaja on Finnwind Oy. Opinnäytetyön ensimmäinen vaihe oli selvittää uusille kiinnikkeille tarvittavat parannukset, jotta suunnittelu voitiin aloittaa. Finnwind antoi työlle ehdotuksia, kuinka kiinnikkeitä pystyisi kehittämään paremmaksi. Opinnäytetyössä pyrittiin parantamaan tärkeimmät kohdat kiinnikkeiden toimivuuden kannalta. Suunnittelutyö tehtiin Solidworks ohjelmaa käyttäen. Suunnittelutyön lopputulos oli hyvä ja se sekä helpottaa kiinnikkeiden asentamista, että lisää niiden asentamisnopeutta. Sekä jatko- ja reunakiinnike tehdään samalla muotilla, mikä alentaa niiden tuotantohintaa.

## ASIASANAT:

Aurinkopaneeli, Kiinnike, Suunnittelu, Mallintaminen.

Sakari Kangas

## DESIGN FOR SOLAR PANEL FASTENER

The purpose of the thesis was to create both a new and attachment and a new extension attachment for a solar panel. The goal for the new attachments was to lower the cost of manufacturing it and also make it easier to install. The cost of making old attachments is very high and under certain circumstances their installation is somewhat difficult. The goal was to be able to tighten the attachments with a power drill using only one hand. The thesis was commissioned by Finnfind Oy. The first step of the thesis was to find out the improvements needed for the attachments so that the planning could be started. Finnwind made suggestions on how to improve the attachments. The aim of the thesis was to improve the most important points for the functionality of the attachments. The design work was done using solidworks. The result of the design work was a success and it makes it easier to install the attachments and also increases the speed of the installation. Both the extension- and the attachments are made with the same mold, which reduces their production cost.

### KEYWORDS:

Solar panel, Attachment, Design, Modeling

# SISÄLTÖ

<b>KÄYTETYT LYHENTEET JA SANASTO</b>	<b>6</b>
<b>1 JOHDANTO</b>	<b>1</b>
<b>2 OPINNÄYTETYÖN LÄHTÖKOHDAT</b>	<b>2</b>
2.1 Finnwind Oy	2
2.2 Opinnäytetyön tarkoitus ja tavoitteet	3
2.3 Kiinnikkeen materiaalivalinta	4
<b>3 ALUMIININ PURSOTUS</b>	<b>5</b>
3.1 Pursotus	5
3.2 Pursotuksen 3D-malli.	5
<b>4 STANDARDIT</b>	<b>7</b>
4.1 Lumikuormat	7
4.2 Tuulikuormat	9
<b>5 VANHA KIINNIKE</b>	<b>10</b>
5.1 Ominaisuudet	10
5.2 Puutteet ja ongelmat	10
5.3 Osat	12
<b>6 UUSI KIINNIKE</b>	<b>16</b>
6.1 Suunnittelu	16
6.2 Osat	19
<b>7 YHTEENVETO</b>	<b>22</b>
<b>LÄHTEET</b>	<b>23</b>

## KUVAT

Kuva 1. pursotuksen 3D-mallin ohjeistus	6
Kuva 2. pursotuksen työvaiheet	6
Kuva 3. Tasakatonle asennettu aurinkopaneelien teline	9
Kuva 4. Jatkokiinnike ylhäältäpäin kuvattuna	11
Kuva 5. Jatkokiinnike alhaaltapäin kuvattuna	12
Kuva 6. Jatkokiinnike	13
Kuva 7. Reunakiinnike	13
Kuva 8. Vanha jatkokiinnike purettuna	14
Kuva 9. Vanha reunakiinnike purettuna	15
Kuva 10. Uuden kiinnikkeen alaosa	16
Kuva 11. Uuden kiinnikkeen yläosa	17
Kuva 12. Jatkokiinnike kaikkien osien kanssa	18
Kuva 13. Reunakiinnike kaikkien osien kanssa	19
Kuva 14. Uusi jatkokiinnike purettuna	20
Kuva 15. Uusi reunakiinnike purettuna	21

## TAULUKOT

Taulukko 1. (Ympäristöministeriö 2016.)	8
Taulukko 2. (Ympäristöministeriö 2016.)	8

# KÄYTETYT LYHENTEET JA SANASTO

Standardi	Määrittää kuinka jokin asia pitää tehdä
Solidworks	Parametrinen 3D-mekaniikkasuunnitteluohjelmisto
3D	Kolmiulotteinen
Alumiiniprofiili	Alumiinista suunniteltu ja valmistettu osa, jonka muoto vaihtelee asiakkaan toiveen mukaan.
Pursotus	Valmistusmenetelmä millä alumiini muokataan työkalun avulla haluttuun muotoon.
Vanhentaminen	Kasvattaa kappaleen lujuusarvoja, kovuutta ja venymää.
Homogenisointi	Lämpökäsittely, jolla parannetaan seoksen ominaisuuksia.
Kuumasinkitty	Metallin päällystys sinkillä mikä suojaa sitä korroosiolta.
Aurinkopaneeli	Muuttaa auringosta tulleen säteilyn sähköenergiaksi.

# 1 JOHDANTO

Aurinkopaneeleilla tuotetun sähkön osuus on ollut kasvussa jo pidemmän aikaa. Vuonna 2016 energiaviraston teettämässä kyselyssä verkkoyhtiöille aurinkopaneeleilla tuotetun sähkön osuus oli 8MW. On arvioitu, että vuonna 2016 myytyjen aurinkosähkövoimaloiden määrä tuplaantui. Sähköverkkoon kytkettyjen voimaloiden osuus on kasvanut vielä nopeammin. Verkkoyhtiöiden suhtautuminen on ollut yleisesti positiivista yksityisien aurinkosähkövoimaloiden liittämisestä verkkoon. Aurinkoenergiaa ja käyttöä sähkön tuotantona tutkitaan ja tutkimukset ottavat joka vuosi suuria edistysaskelia. Aurinkopaneelien energian talteenottokapasiteetti kasvaa, kehittyy jatkuvasti ja niiden suorituskyky paranee. (Finlumo 2016.)

Opinnäytetyön tavoitteena on suunnitella uusi reuna- ja jatkokiinnike aurinkosähköpaneelille. Tavoite uudelle kiinnikkeelle on alentaa sen valmistuskustannuksia sekä tehdä siitä helpommin ja nopeammin paikalleen asennettava.

Vanhan kiinnikkeen valmistuskustannukset ovat erittäin suuret ja tietyissä olosuhteissa sen asennettavuus hieman hankalaa johtuen työkohteiden ahtaista kiristysväleistä. Tavoite olisi pystyä kiristämään kiinnike yhdellä kädellä ruuvivääntimen kanssa. Uutta kiinnikettä suunniteltaessa on toteutuksessa huomioitava, miten kiinnikkeen saa yksinkertaisesti asennettua yhdellä kiristyspultilla niin, että myös paneeliosa kiristyy. Uuden kiinnikkeen tulee kestää Suomen vaihtelevat lämpötilat ja mahdolliset aurinkopaneelien päällä olevat lumikuormat.

Uusi kiinnike suunnitellaan osittain vanhoilla mitoilla ja uutta toimivaa ratkaisua kokeillaan ensin Solidworks-mallinnusohjelmalla. Uuden kiinnikkeen suunnittelusta käydään keskustelua yhdessä yrityksen ja opinnäytetyön ohjaajan kanssa.

## 2 OPINNÄYTETYÖN LÄHTÖKOHDAT

### 2.1 Finnwind Oy

Opinnäytetyön toimeksiantaja on Finnwind Oy. Finnwind Oy on 1993 perustettu suomalainen teknologiaan ja asiantuntijatehtäviin keskittyvä yritys. Yrityksen toimenkuvaan kuuluvat aurinkosähkö, pientuulivoimalat ja saarekeverkkotuotteet. Aurinkopaneelit tuodaan maahan Euroopasta, sekä Intiasta. Aurinko ja tuulivoimaloihin käytettävän asennusjärjestelmän Finnwind kokoaa itse omalla tuotantolinjallaan.

Finnwind asiakaskunta koostuu kotimaisista energiayhtiöistä, rakennusyhtiöistä, maailoista ja yksityishenkilöistä.

Finnwind henkilöstö koostuu tällä hetkellä kymmenestä henkilöstä, joka sisältää asentajat ja yrityksen muut toimijat. Asennustyöt tehdään heti käyttövalmiiksi, sisältäen suunnittelutyön työmaakohteelle. Suunnittelu ja asennustyö tehdään vahvalla ammattitaidolla, sekä myös kilpailukykyiseen hintaan. Finnwind toimipiste ja työskentelyhalli sijaitsee Lempäälässä.

Viimeisten vuosien aikana Finnwind on kasvattanut aurinkosähköalan osaamistaan. Asennusten tekemisiin ja niiden korkeaan laatuun on panostettu muun muassa hyvin koulutetun henkilökunnan ja laadukkaiden asennusmateriaalien kanssa. Lisääntyneiden aurinkosähkö asennusten kanssa myös aurinkopaneelien kiinnikkeiden tarve on lisääntynyt. Kiinnikkeitä kuluu vuosittain noin 30 000 kappaletta (Finnwind 2019.)



## 2.2 Opinnäytetyön tarkoitus ja tavoitteet

Opinnäytetyö aloitettiin keskustelemalla opettajan kanssa siitä mitä työ sisältää. Työn tavoite on tehdä edullisempi ja käyttöystävällisempi kiinnike. Tavoitteena on suunnitella kiinnike siten, että siinä ei ole mitään tarpeettomia osia. Yksi tärkeistä asioista on se, että kiinnikkeen pystyisi kiristämään yhtä kättä käyttäen. Uuden kiinnikkeen suunnittelussa käytetään vanhaa kiinnikettä apuna ja yritetään poistaa siitä huonot ominaisuudet.

Vanhan kiinnikkeen paikalleen asentamiseen ja kiristykseen joutuu käyttämään molempia käsiä, eikä sitä voi tehdä pelkästään ruuvivääntimen avulla. Siinä on myös käytössä kahta erikokoista ruuvia, joten ruuvivääntimeen joutuu jatkuvasti vaihtamaan erikoikoisien hylsyavaimen. Tällä hetkellä kiinnikkeen hinta on riippuvainen seuraavien osien kustannuksista: pursotetut puolikkaat, laserleikatut osat ja särmätty reunakiinnikkeen osa, ruuvit, mutteri ja silikoniputket. Tavoite on poistaa tarpeettomia osia ja laskea kustannuksia. Seuraavassa luettelossa on opinnäytetyön tavoitteet.

- Asentaa ja kiristää uusi kiinnike paikalleen yhdellä kädellä
- Muuttaa kiinnitysruuvien avainkoko
- Alentaa kiinnikkeen valmistuskustannuksia
- Tehdä rakenteesta kestävä ja yksinkertainen
- Karsia kiinnikkeen ylimääräiset osat

### 2.3 Kiinnikkeen materiaalivalinta

Alumiinille hyviä ominaisuuksia ovat korroosion kesto ja se on kevyt metalli. Alumiinia löytyy maaperästä erittäin paljon ja se onkin kolmanneksi yleisin alkuaine. Teollisuudessa käytetään alumiinia paljon, esimerkiksi aurinkopaneelien kiinnikkeissä.

Alumiini on metalli, jota käytetään paljon erilaisissa teollisuuden kohteissa. Alumiinia voidaan käyttää monella eri tavalla, esimerkiksi valmistaa siitä putkia, tankoja ja monia eri mallisia profiileja. Alumiinin työstäminen ja muovaaminen on erittäin helppoa, mikä tekee siitä hyvän materiaalin opinnäytetyön materiaalivalinnaksi (Al-men alumiiniprofiilit 31.4.2019.)

Uuden kiinnikkeen materiaaliksi valittiin alumiini.

Tunnus        Al

Järjestysluku 13

Tiheys         $2,7 \times 10^3$

Sulamispiste  $660,32^\circ$

Kiehumispiste  $2467^\circ$

Alumiinin hyödyllisiä ominaisuuksia

Alumiini on kevyt metalli, jolla on hyvä korroosiokestävyys eri sääoloissa, jonka takia se on hyvä valinta aurinkopaneelin kiinnikkeen materiaaliksi. Alumiinin pursotus on helppo ja edullinen tapa tehdä suunnitellusta kiinnikkeestä kestävä.

Alumiinin hyviin ominaisuuksiin kuuluu:

- Hyvä lämmön- ja sähkönjohtavuus
- Kierrätettävyys
- Keveys
- Korroosionkestävyys
- Helppo muokattavuus
- Hyvä lujuus/painosuhte

### 3 ALUMIININ PURSOTUS

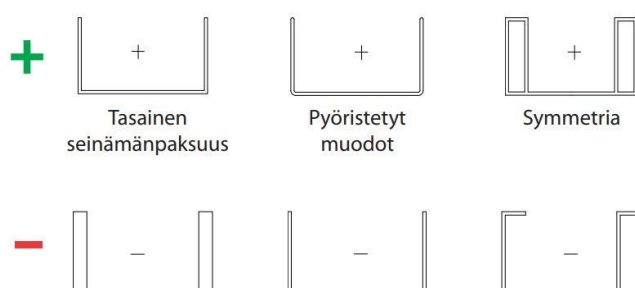
#### 3.1 Pursotus

Opinnäytetyön suunnitteluosuudessa tehdyt reuna- ja jatkokiinnike ovat tarkoitus pursottaa muotoonsa. Alumiini muovataan tiettyyn muotoon, jolloin sen voi pursottaa. Pursotus alkaa sulattamalla alumiini ja seostamalla se pursotukseen sopivaksi. Seostus tapahtuu noin 700 asteen lämpötilassa, jonka jälkeen sula alumiini kaadetaan puristusaihioihin. Puristusaihioissa alumiinista muovataan pyörötankoja ja ne laitetaan uuniin homogenisoitaviksi. Homogenisointi tapahtuu 570 asteessa, jonka jälkeen tanko on valmis pursotukseen. Pursotus tapahtuu asettamalla alumiinitanko työkaluun, jolla se työnnetään työkalun läpi. Muottina on opinnäytetyössä suunniteltu reuna- ja jatkokiinnikkeen yläosa, sekä molempiin käyvä kiinnikkeen alaosa. Molemmat osat tarvitsevat oman muotin, joka on erittäin kallis valmistaa. Yhden muotin valmistushinta on noin 10 000 euroa (valuatlas 30.3.2019.)

Muotin läpi työnnetty alumiinitanko muovautuu muotissa olevaan muotoon. Muotin tekemisen edellytykset ovat, ettei se sisällä epätasaisia seinämäpaksuuksia, pyöristämättömiä muotoja taitekohdissa ja muotti pitää olla symmetrinen. Työkalun läpi tullut profiili jäähdytetään, jonka jälkeen valmis tuote tarvitsee oikaista, ennen sen leikkaamista oikean kokoiseksi. Molempiin kiinnikkeisiin sopiva alaosa leikataan 30 mm leveäksi ja molemmat yläosat 50 mm leveiksi. Tämän jälkeen valmiit profiilit pitää vanhentaa. Vanhenus tapahtuu 180 asteisessa uunissa. Alumiinin pursotusprosessi on kuvattu sivulla 6 (Kuva 2.) (valuatlas 30.3.2019.)

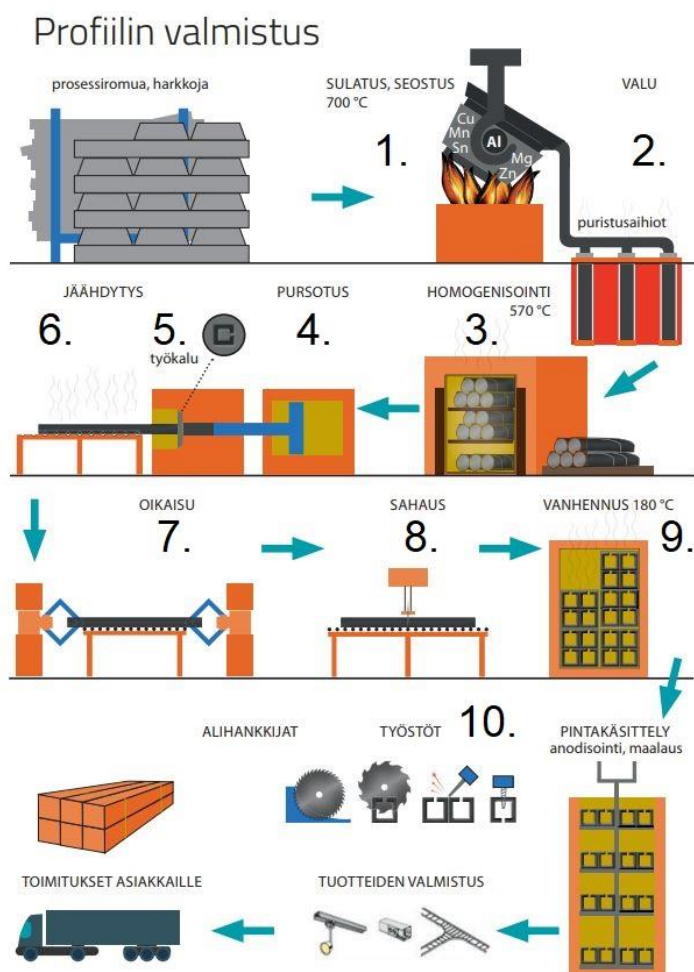
#### 3.2 Pursotuksen 3D-malli.

Pursotuksessa käytettävä työkalu tehdään opinnäytetyön 3D-mallinnuksista. Alumiini-profiilin kolme olennaista asiaa ovat tasainen seinämäpaksuus, pyöristetyt muodot ja sen on oltava symmetrinen. Kiinnike on kaikista kohdista tasapaksu. Paikat, joihin tulee kierteet, kappaleen ainevahvuus on 2 mm suurempi. Kiinnikkeen kaikki muodot ovat pyöristettyjä, jotta se soveltuu pursotettavaksi paremmin. Suunnitteluvaiheessa kiinnikkeestä tehtiin mahdollisimman symmetrinen. Pursotuksen 3D-mallin ohjeistus on kuvattu sivulla 6 (Kuva 1.) (purso 31.3.2019)



Kuva 1. pursotuksen 3D-mallin ohjeistus

(purso 31.3.2019)



Kuva 2. pursotuksen työvaiheet

(purso 31.3.2019)

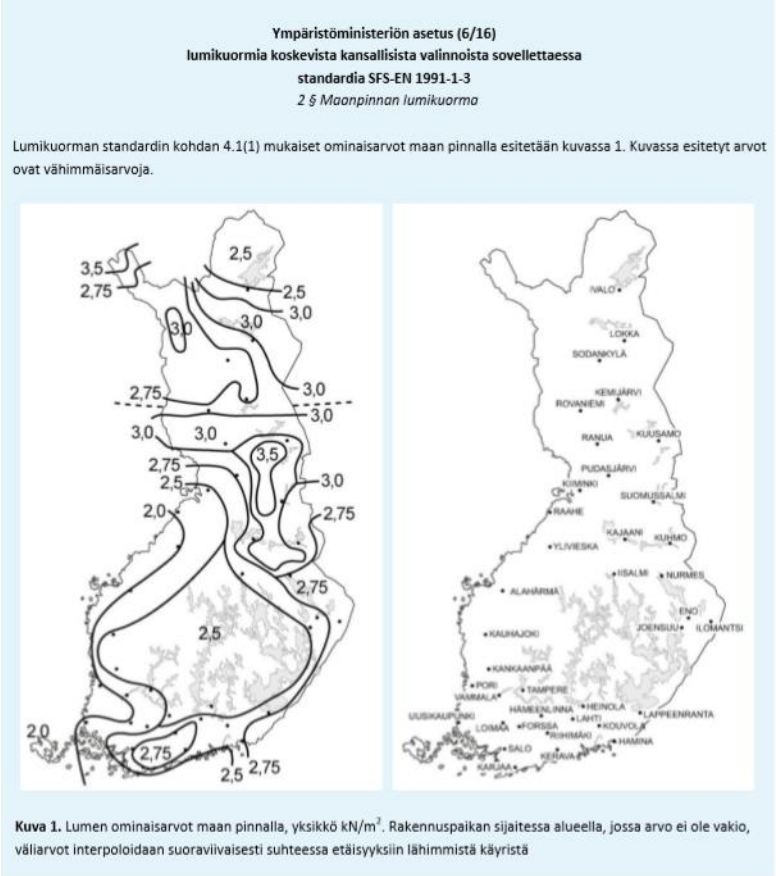
## 4 STANDARDIT

Standardisointi on yhteisten toimintatapojen laatimista. Sen tarkoitus on helpottaa viranomaisten, elinkeinoelämän ja kuluttajien elämää. Standardisoinnin ansiosta tuotteet, palvelut ja menetelmät sopivat siihen käyttöön ja niihin olosuhteisiin, joihin ne on tarkoitettu. Se varmistaa, että tuotteet ja järjestelmät sopivat toisiinsa ja toimivat yhdessä. (Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.)

Standardin tunnuksen alussa oleva kirjainyhdistelmä (kuten SFS, EN tai ISO) kertoo organisaation, jossa standardin teksti on laadittu. Jos kirjainyhdistelmiä on useampi, on standardi voimassa kaikissa ko. organisaatioon kuuluvissa jäsenmaissa. Eurooppalaisessa standardisoimisjärjestössä CENissä vahvistetun standardin tunnus on EN ja kansainvälisessä standardisoimisjärjestössä ISOssa julkaistun ISO. Tunnusyhdistelmä SFS-EN tarkoittaa, että sama standardi on voimassa sekä Suomessa että Euroopassa, SFS-ISO puolestaan sitä, että standardi on voimassa Suomessa ja ISOssa, mutta sitä ei ole vahvistettu CENissä. SFS-EN ISO tarkoittaa, että standardi on vahvistettu kaikissa kolmessa organisaatiossa. (Suomen Standardisoimisliitto SFS ry 27.3.2019.)

### 4.1 Lumikuormat

Ympäristöministeriön asetus (6/16) lumikuormia koskevista kansallisista valinnoista sovellettaessa standardia SFS-EN 1991-1-3. Rakennesuunnittelijan on sovellettava tätä asetusta rakenteiden lumikuormien valinnassa yhdessä standardin SFS-EN 1991-1-3 viimeisimmän voimassa olevan version kanssa (Suomen Standardisoimisliitto SFS ry 27.3.2019).



Taulukko 1. (Ympäristöministeriö 2016.)

**Ympäristöministeriön asetus (6/16)**  
**lumikuormia koskevista kansallisista valinnoista sovellettaessa**  
**standardia SFS-EN 1991-1-3**  
**3 § Kattojen lumikuorma**

Standardin kohdassa 5.2(7) esitetylle tuulensuojaisuuksertoimelle käytetään standardin SFS-EN 1991-1-3 taulukon 5.1 mukaisia arvoja eri maastotyypeillä. Laajoilla katoilla, kun katon lyhyempi sivumitta on 50 m tai enemmän ja maasto-tyyppi on tuulinen, tuulensuojaisuuksertoimelle on käytettävä vähintään arvoa 1.

Katon lyhyemmän sivumitan ollessa vähintään 50 m, tuulensuojaisuukserronta tulee eri maastoluokissa korottaa rakennuksen lyhyen sivupituuden sekä sivusuhteen perusteella taulukon 1 mukaisella korotuskertoimella.

**Taulukko 1.** Katon tuulensuojaisuuksertoimen korotuskertoimet lumikuormaa määritettäessä katolle, jonka lyhyemmän sivun pituus on yli 50 m

Lyhyt sivu (m)	Pitkän sivun suhde lyhyeen sivuun	
	1	2
50	1,0	1,1
75	1,1	1,2
100	1,2	1,25

Standardin kohdan 5.2(8) mukaan lumikuormaa määritettäessä voidaan, kun kattorakenteen lämmöneristys on vähäinen, pienentää lämpökerrointa  $C_t$  tarkemman selvityksen perusteella. Lumikuormana  $s$  tulee käyttää kuitenkin vähintään arvoa  $0,5 \text{ kN/m}^2$ .

Taulukko 2. (Ympäristöministeriö 2016.)

## 4.2 Tuulikuormat

Ympäristöministeriön asetus (7/16) tuulikuormia koskevista kansallisista valinnoista sovellettaessa standardia SFS-EN 1991-1-4. Rakennesuunnittelijan on sovellettava tätä asetusta rakenteiden tuulikuormien valinnassa yhdessä standardin SFS-EN 1991-1-4 viimeisimmän voimassa olevan version kanssa (Suomen Standardisoimisliitto SFS ry 27.3.2019).

Standardit koskevat enemmän koko rakennetta johon aurinkopaneelit asennetaan.



Kuva 3. Tasakatonle asennettu aurinkopaneelien teline

## 5 VANHA KIINNIKE

### 5.1 Ominaisuudet

Vanhan kiinnikkeen rakenne koostuu kahdesta alumiinista pursotetusta puolikkaasta, jossa on sarana (kuva 6. ja kuva 7.). Kiinnikkeen puolikkaat voi kytkeä yhteen saraosan avulla ja yhteen kytkettyä kiinnikettä avaamalla, sen saa asennettua Ø60 mm kuumasinkityn alumiiniputken ympärille. Aurinkopaneelin runkorakenteessa halutaan käyttää Ø60x1.5 mm kuumasinkittyä putkea, koska se on materiaalina sitkeämpää ja edullisempaa kuin yleisesti aurinkopaneeliasennuksissa käytettävät alumiiniprofiilit. Aurinkopaneelin asennukseen käytettävä kiinnike pohjautuu liikennemerkkien kiinnityksessä käytettävään kiinnikkeeseen. Sitä on muokattu siten, että sillä saa kiristettyä aurinkopaneelin puristamalla paneelin reunaosaa. Nykyinen putkelle valmistettu paneelikiinnike koostuu liikennemerkin putkikiinnikkeestä, laserleikatuista alumiiniosista ja ruuveista.

### 5.2 Puutteet ja ongelmat

Vanhassa kiinnikkeessä on huomattu olevan puutteita ja ongelmakohtia. Osa puutteista on itse huomaamani epäkohtia asennusvaiheessa ja osa yrityksen työntekijöiden kertomia ongelmakohtia. Finnwind Oy:n käyttämät liikennemerkkien kiinnitykseen tarkoitetut kiinnikkeet, eivät ole ominaisuuksiltaan tarpeeksi hyvät aurinkopaneelien kiinnitykseen. Kiinnike asennetaan maahan pystytettyyn Ø60 kuumasinkittyyn alumiiniputkeen, johon liikennemerkki laitetaan kiinni, jolloin kiinnikkeen pystyy kiristämään sivustapäin. Aurinkopaneelia kiinnitettäessä Ø60 kuumasinkityt alumiiniputket menevät katon- tai maanpinnan suuntaisesti, jolloin kiinnikkeen kiristysruuvien alle jää erittäin vähän tilaa. Kiinnikkeen joutuu kiristämään alhaaltapäin kahdella eri avainkoolla ja tietyissä olosuhteissa sitä ei pysty tekemään ruuvivääntimen kanssa. Tämän vuoksi kiinnikkeet ovat joissain tapauksissa kiristettävä käsin, jonka takia aikaa kuluu erittäin paljon. Tällä hetkellä kiinnikkeessä on käytössä kaksi eri ruuvikokoa ja yksi mutteri. Eniten ongelmia aiheuttaa irtonaisten osien määrä, jatkuva kiristykseen käytettävien työkalujen vaihto sekä näistä johtuva kasauksen hitaus.

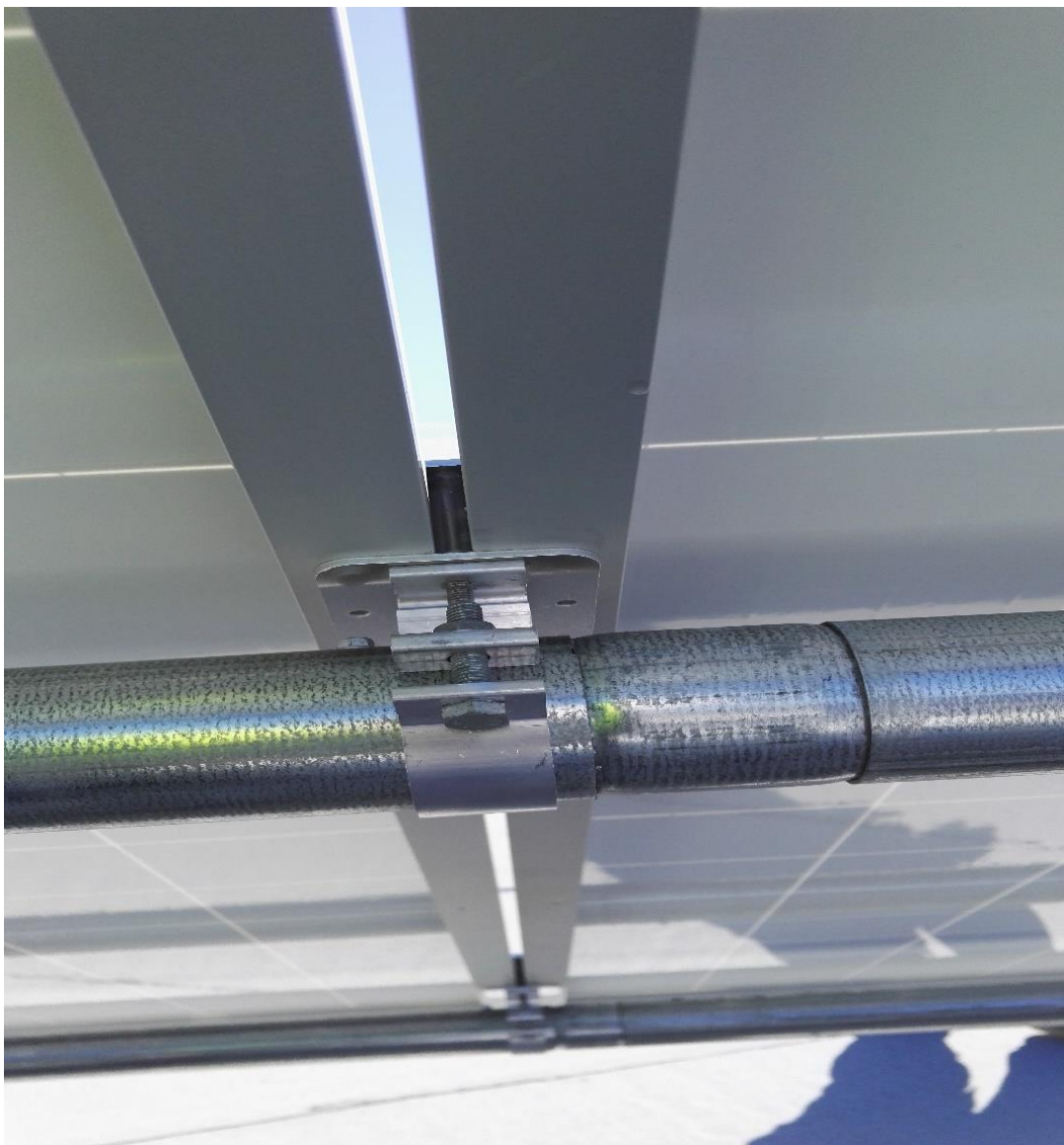


Seuraavissa kuvissa esitän vanhan kiinnikkeen ongelmat, jotka pyritään korjaamaan uuden kiinnikkeen suunnittelussa.



Kuva 4. Jatkokiinnike ylhäältäpäin kuvattuna

Kuvassa (kuva 4.) näkyy kaksi ruuvia, jotka on helppo kiristää ruuvivääntimen avulla. Kolmas ruuvi, joka ei näy kuvassa on aurinkopaneelien alapuolella. Seuraavassa kuvassa (kuva 5.) tulee vanhan kiinnikkeen ongelmakohta parhaiten esiin. Vinokattoisella työmaakohteella vanhan kiinnikkeen alapuolella (Kuva 5.) on erittäin vähän tilaa ja kiristuksen joutuu tekemään lenkkiavaimella. Mikäli kiristys onnistuu ylhäältäpäin ja käyttäen vain yhtä avainkokoja, säästyy aikaa ja työnteko helpottuu huomattavasti. Kiinnike tulee putken ympärille ja kiristys tapahtuu alhaaltapäin. Ruuvi kiristetään kiinnikkeen yläosassa olevaan mutteriin. Ruuvia pitää toisella kädellä kiristää ja toisella estää mutteria pyörimästä lenkkiavaimen kanssa. Vanhaa kiinnikettä kiristäessä joutuu jatkuvasti vaihtamaan ruuvinväänninkoneeseen erikokoisen hylsyavaimen.



Kuva 5. Jatkokiinnike alhaaltapäin kuvattuna

### 5.3 Osat

Kiinnike koostuu pursotetuista puolikkaista, jotka ovat reuna- ja jatkokiinnike. Jatkokiinnikeitä kuluu asennuksessa huomattavasti enemmän, koska jokaisen aurinkopaneelin väliin tulee tämä kiinniketyyppi ja pelkästään paneelirivien alku- ja loppupäähän reuna-kiinnike. Reuna- ja jatkokiinnike kiristyvät  $\varnothing 60$  mm kuumasinkityn putken ympäri sarana tyyppisellä ratkaisulla. Osat kiristyvät putken ympäri toisiaan vasten ruuvilla ja mutterilla. Molempien kiinnikkeiden yläosaan on tehty kierteet aurinkopaneelin kiinnitystä varten. Laserleikatut alumiinilevyosat tulevat paneelin ala- ja yläpuolelle, jonka jälkeen ne pitävät

paneelin paikallaan kiristettyjen ruuvien avulla. Osat kasataan ja lukitaan yhteen Finnwind työskentelyhallilla asentajien voimin talviaikaan, jolloin asennustöitä on vähemmän.

Seuraavissa kuvissa (kuva 8. ja kuva 9.) esitän vanhan kiinnikkeiden osat ja niiden lukumäärän. Kuvista käy myös ilmi, kuinka vaikea ne ovat kasata.

Vanhan kiinnikkeiden osat ja työvaiheet niiden valmistuksessa.



Kuva 6. Jatkokiinnike



Kuva 7. Reunakiinnike

Jatko- ja reunakiinnikkeen osat eriteltynä:



Kuva 8. Vanha jatkokiinnike purettuna

Kuvassa (Kuva 8.) on lueteltuna jatkokiinnikkeen osat ja niiden lukumäärä.

1. Aurinkopaneelien päälle tuleva osa.
2. M6 x 60 mm ruuvi, jolla paneelin päälle oleva osa kiristää paneelit kiinnikkeen ylemmän osaan.
3. Silikoniputkesta katkaistut osat, jotka helpottavat aurinkopaneelien asennusta, kun paneelien päälle tuleva osa ei pääse putoamaan alas.
4. Osa, jonka päällä molemmin puolin aurinkopaneelin reuna on tuettuna.
5. M8 mutteri.
6. M8 x 45 mm ruuvi.
7. Jatkokiinnikkeen yläosa, johon aurinkopaneelin puristava ruuvi kiristetään kohdan 5. M8 mutteriin. Mutteri on jatko- tai reunakiinnikkeen yläosan päällä.
8. Jatkokiinnikkeen alaosa, joka kiristetään Ø60 putken ympäri kiinnikkeen yläosaan.



Kuva 9. Vanha reunakiinnike purettuna

Kuvassa (Kuva 9.) on lueteltuna reunakiinnikkeen osat ja niiden lukumäärä.

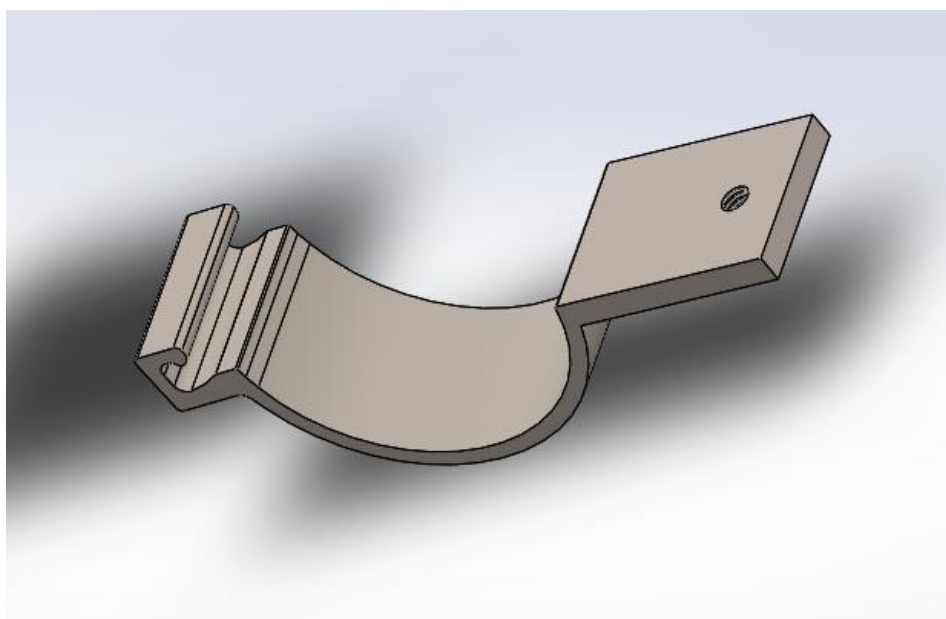
1. Aurinkopaneelien päälle tuleva osa.
2. M6 x 60 mm ruuvi, jolla paneelin päälle oleva osa kiristää paneelit kiinnikkeen ylemmän osaan.
3. M8 mutteri.
4. M8 x 45 mm ruuvi.
5. Reunakiinnikkeen yläosa.
6. Reunakiinnikkeen alaosa.



## 6 UUSI KIINNIKE

### 6.1 Suunnittelu

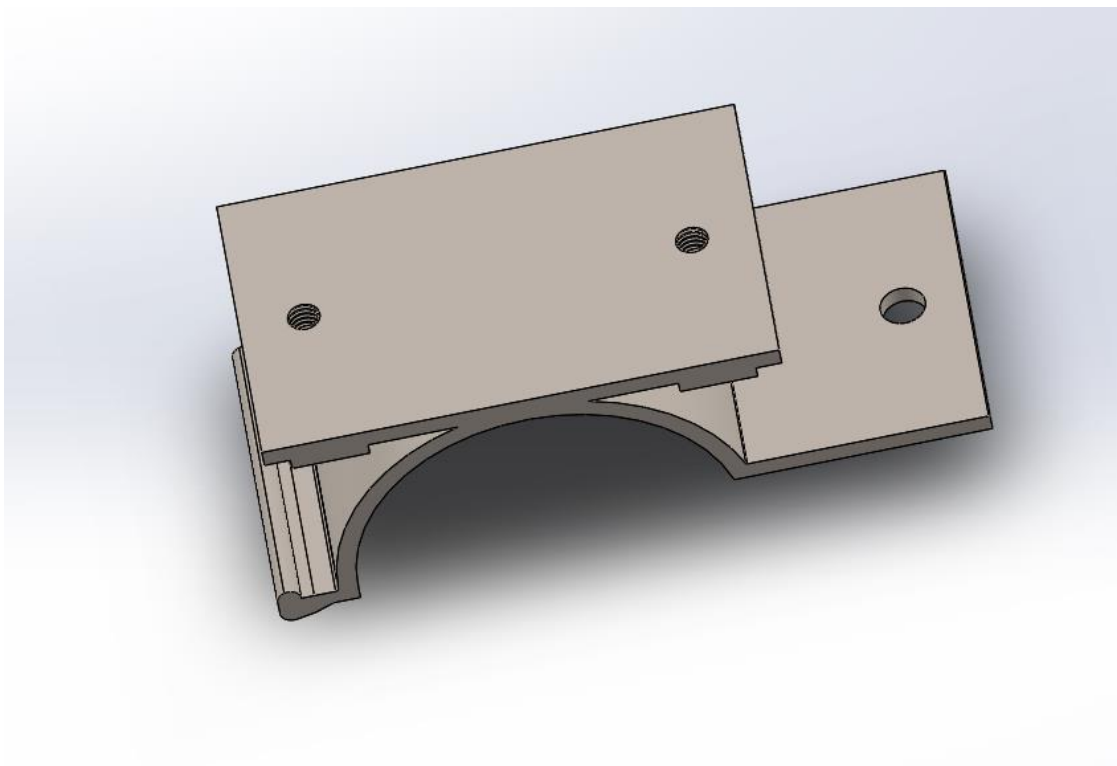
Käytin kiinnikkeen vanhaa mallia ja kuinka se tulee Ø60 mm putkelle kiinni, apuna uuden kiinnikkeen suunnittelussa. Kuumasinkitty Ø60 mm putki on edullinen ja kestävä, joten mielestäni sitä ei kannata muuttaa. Keskusteltuani yrityksen työntekijöiden kanssa mahdollisesta ratkaisusta, päädyin toteuttamaan kiinnikkeen kiristystä ylhäältäpäin. Ylhäältäpäin tapahtuva ruuvien kiristäminen nopeuttaa, helpottaa ja tekee asennuksesta asentajaystävällisempää. Kiinnike on suunniteltu kiristymään samoilla kiristysmomenteilla kuin vanha kiinnike, joten se täyttää kaikki standardit, joita siltä vaaditaan. Kiinnikkeestä tulisi 50 mm leveä ja siitä poistuisi 1 levy. Leveämpi kiinnike ja sen ylempi alumiinista pursotettu osa sisältäisi myös tasopinnan, jonka päälle aurinkopaneeli tulee. Kiinnikkeen suunnittelu alkoi tekemällä ensimmäisenä kiinnikkeen alaosa. (kuva 10.)



Kuva 10. Uuden kiinnikkeen alaosa

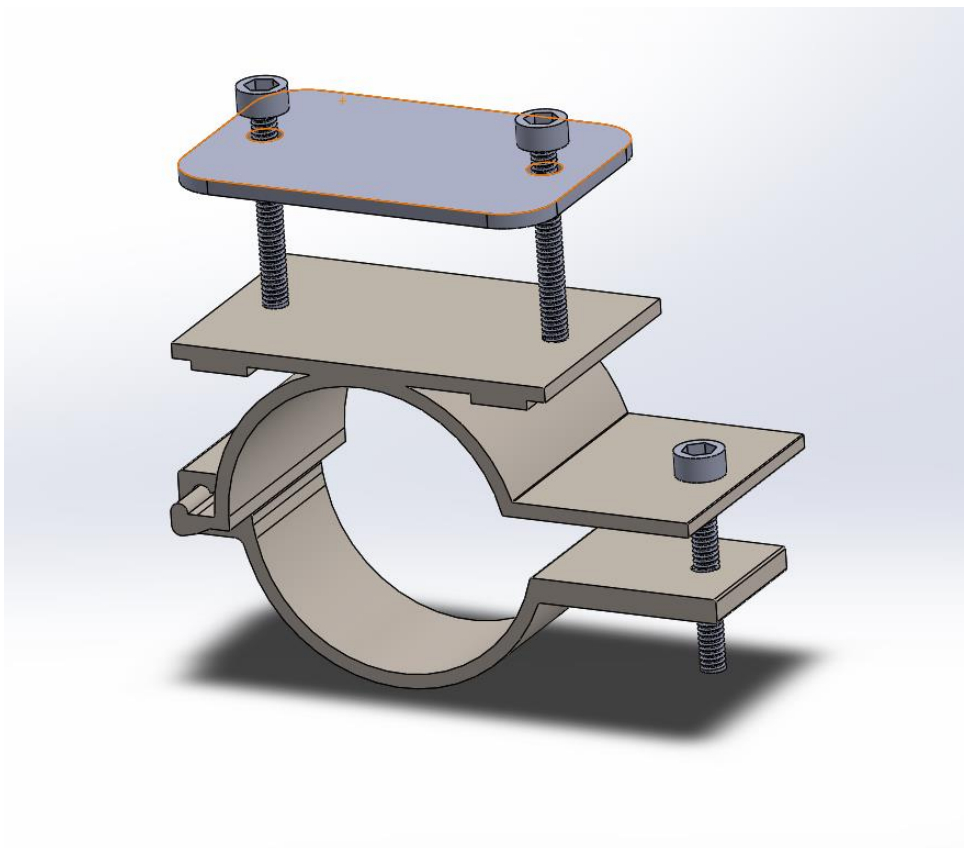
Suunnittelu alkoi 60 mm sisähalkaisijan omaavan puolipyörän piirtämisellä. 60 mm halkaisijaa käytän siksi, että kiinnike (Kuva 10.) mahtuu 60 mm halkaisijalta olevan kuumasinkityn putken ympärille. Alemman osan leveys on 30 mm ja kiinnikkeen ainevahvuus on 3 mm muissa kohdissa, mutta sivussa olevan kierrereian kohdalla ainevahvuus on 5 mm. Ainevahvuus on suurempi reiän kohdalta, jotta kierreosuutta saa pidemmän

matkan. Kierteet tehdään joko jyrsivällä- tai manglaavalla kierretapilla. Manglaava kierre on kestävämpi, koska se ei poista kierteen kohdalta ainetta vaan manglaa sen tehden kierteestä vahvemman. Kierteen koko on M6. Kiinnikkeen saranaosan suunnittelu toteutettiin siten, että kiinnike mahtuu aukeamaan 60 mm halkaisijalta olevan putken ympäri.



Kuva 11. Uuden kiinnikkeen yläosa

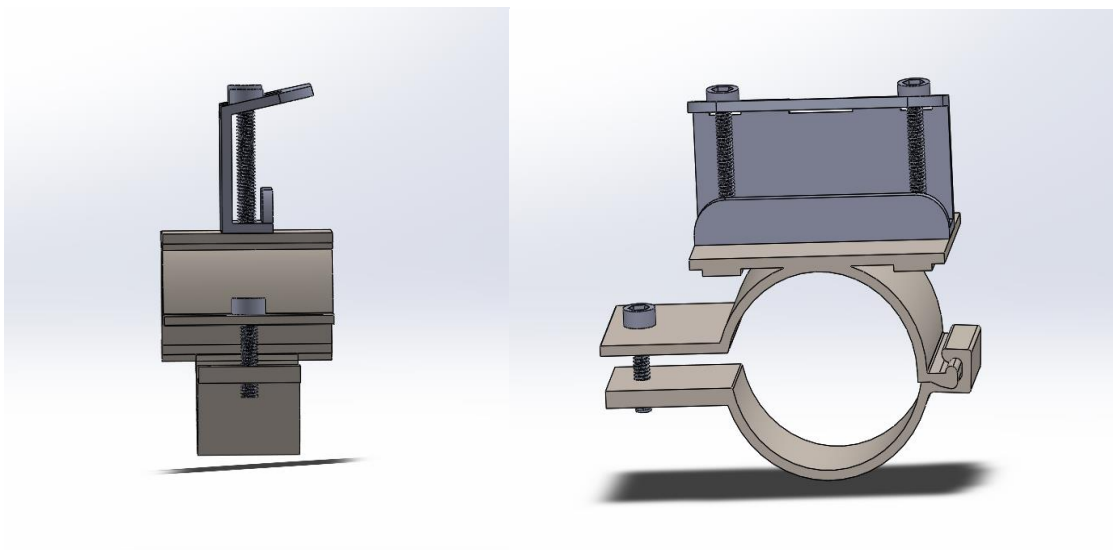
Suunnittelu alkoi 60 mm sisähalkaisijan tekemisellä. Uudessa jatkokiinnikkeen yläosassa (Kuva 11.) on 3 reikää, joissa kahdessa päällimmäisessä on kierteet M6. Osan sivussa olevan reiän halkaisija on 7 mm, jotta siitä tulevilla ruuvilla on hieman liikkumavaraa. Ylemmän kiinnikkeen leveys on 50 mm, jotta sen päälle tulevat aurinkopaneelit pystyy kiristämään paikalleen. Kiinnikkeen saranaosa mahtuu juuri alemman kiinnikkeen sisälle niin, että se mahtuu aukeamaan 60 mm putken ympäri. Kiinnikkeet toisiinsa kiristävä ruuvi on M6, jonka pituus on 45 mm. Se kiristää kiinnikkeet putken ympärille toisiinsa niin, ettei kiinnike enää liiku sivuttaissuunnassa tai käännä väärään asentoon. Kiinnikkeen yläosa toimii alustana aurinkopaneelille ja kierrereikien tarkoitus on kiristää kaksi aurinkopaneelia paikalleen. Uudessa mallissa kiinnikkeen kokoaminen ja asennus on nopeampi ja helpompi toteuttaa. Uudessa kiinnikkeessä aluslevyä ei tarvitse vaan se on valmiina pursotetussa yläosassa.



Kuva 12. Jatkokiinnike kaikkien osien kanssa

Vanhan kiinnikkeen kasaaminen on erittäin hankalaa johtuen osien lukumäärästä, joita se sisältää. Uusi malli (Kuva 12.) on helpompi koota ja tulevaisuudessa kokoaminen on helpompi automatisoida. Kiinnikkeen ylhäällä oleva 50 mm x 80 mm levy kiristää paneelit niiden reunoista, siten että kiinnikkeen putkelle tulevan ruuvipää pystyy kiristämään ylhäältäpäin ruuviväänninkoneen kanssa. Ruuvi, jota käytetään paneelien kiristyksessä, on M6 x 65 mm. Ylemmän kiinnikkeen ainevahvuus on 3 mm, mutta kierreosan kohdalta vahvuus on 5 mm. Kiinnikkeiden ylä- ja alaosa ovat eri levyisiä, koska alemman kiinnikkeen ei tarvitse olla leveämpi kuin 30 mm. Kiinnikkeen suunnittelussa yritettiin poistaa kaikki turhat osat ja laskea materiaalikustannukset mahdollisimman alhaisiksi.



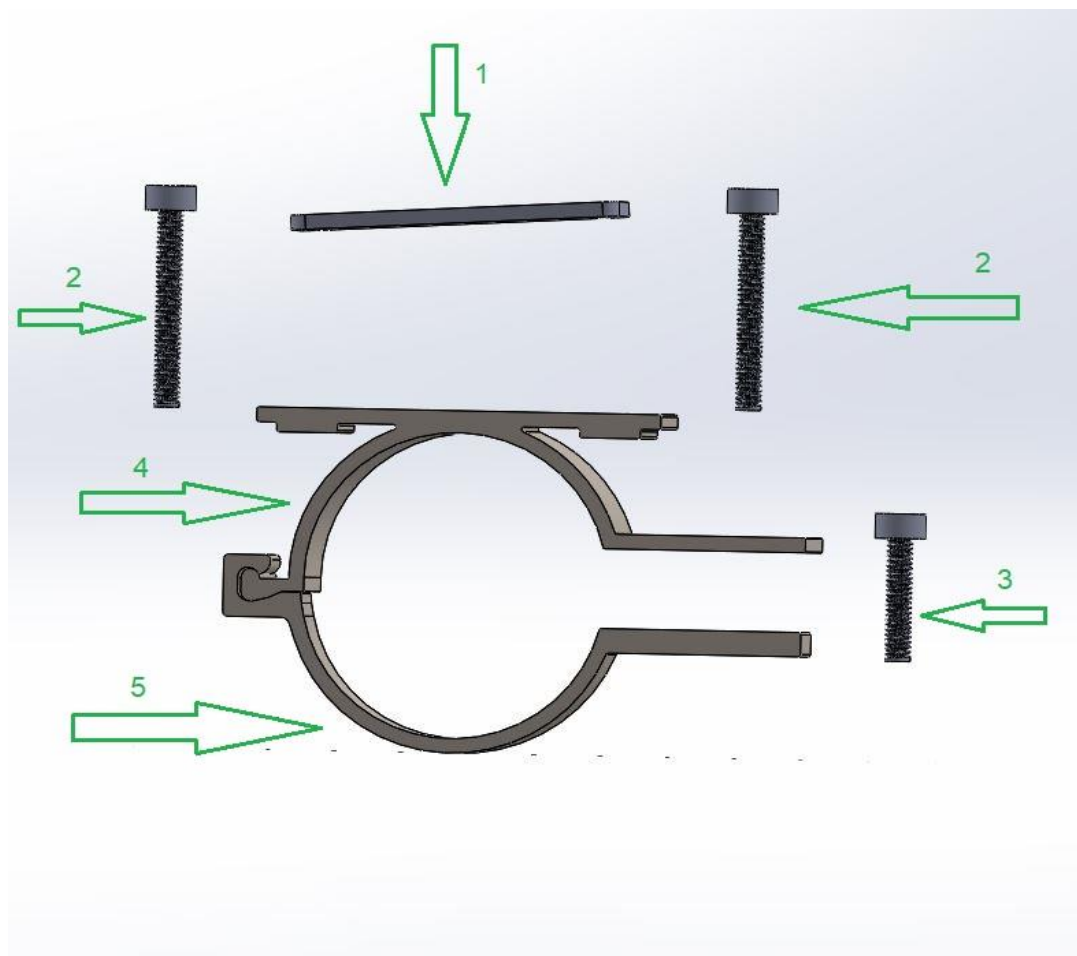


Kuva 13. Reunakiinnike kaikkien osien kanssa

Reunakiinnike (Kuva 13.) on osittain samanlainen jatkokiinnikkeen kanssa. Kiinnikkeen päälle tulee metallilevystä särmäyskoneella taiteltu levy, jossa on reiät mitoitettu M6 x 65 mm ruuveille. Levystä on laserleikattu yläosasta pieniä pätkiä pois, jotta ruuvit taittavat sen pienemmällä voimalla aurinkopaneelia vasten niitä kiristettäessä. Taitettu reuna tulee aurinkopaneelin reunan päälle, kiristäen sen paikalleen. Aurinkopaneelille jää n. 20 mm tila ja se ei mahdu liikkumaan pidemmälle ja osumaan ruuveihin, koska metallilevyyn on kantattu ylös reuna, jota vasten aurinkopaneeli asettuu.

## 6.2 Osat

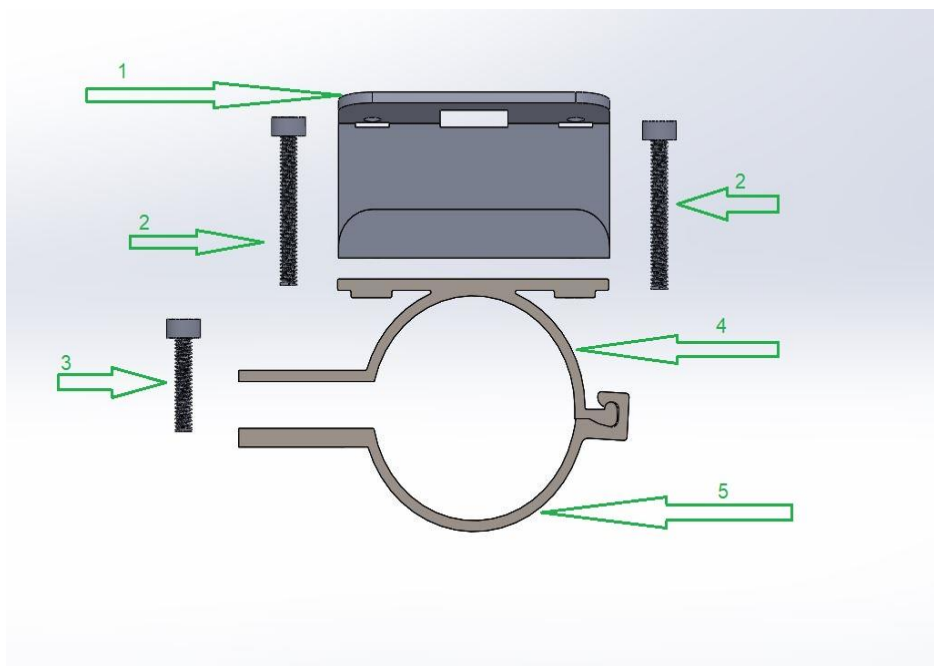
Kuvissa (Kuva 13.) ja (Kuva 14.) on uudelleen suunniteltu aurinkopaneelien kiinnike. Kiinnikkeistä on poistettu ylimääräisiä irtonaisia osia ja ne on integroitu kiinnikkeisiin. Tämä helpottaa kiinnikkeiden kasaamista ja paikalleen asentamista. Kiinnikkeet ovat myös keskenään yhteensopivia, joka oli yksi suunnitteluvaiheen ongelmakohta. Ylimääräisten osien poisto vähentää kustannuksia kiinnikkeen osien ostohinnasta, kun yhdessä paikassa pystyy tekemään kaiken kiinnikkeelle tarvittavan työstämisen. Uudet kiinnikkeet ovat nopeammin kasattavat ja paikalleen asennettavat, jolloin yritys säästää henkilöstökuluissa. Seuraavissa kuvissa uuden jatko- ja reunakiinnikkeen osien luettelo.



Kuva 14. Uusi jatkokiinnike purettuna

1. Aurinkopaneelin päälle tuleva osa.
2. Ruuvi 60 mm, jolla paneeli kiristään.
3. Ruuvi 45 mm, jolla kiinnike kiristetään.
4. Jatkokiinnikkeen yläosa.
5. Jatkokiinnikkeen alaosa.

Kohdan 2. 60 mm ruuvin ympärille tuleva silikoniputkesta leikattu osa on mahdollista korvata o-renkaalla. Sitä ei kuitenkaan ole laitettu tähän opinnäytetyöhön, koska tulevaisuudessa kiinnikkeen kokoonpano yritetään toteuttaa automatisoituna. Automatisointia tehdessä on selvítettävä, pystyykö kyseisen työvaiheen suorittamaan esimerkiksi yhteistyörobotin avulla. Aluksi uudet kiinnikkeet on tarkoitus kokoonpanna silikoniputkesta leikatulla osilla.



Kuva 15. Uusi reunakiinnike purettuna

1. Kuvassa on aurinkopaneelien päälle tuleva reunakiinnikkeen osa.
2. M6 x 60 mm ruuvi, jolla paneelin päälle oleva osa kiristää paneelit kiinnikkeen ylemmän osaan.
3. M6 x 45 mm ruuvi.
4. Jatko- ja reunakiinnikkeen yläosa, johon aurinkopaneelin puristavat pultit kiristetään siihen tehtyihin kierteisiin. Kiinnikkeessä on tehtynä M6 kierreosuus, johon ruuvi kiristyy. Kiinnikkeessä on tehty Ø10 mm reikä, jonka lävitse ruuvi mahtuu kiristymään alemman osan kierteisiin. Pultin kanta ei mahdu reiästä läpi.
5. Jatko- ja reunakiinnikkeen alaosa, joka kiristyy Ø60 mm putken ympäri kiinnikkeen yläosaan ruuvin ja siihen tehtyjen kierteidellä avulla.

## 7 YHTEENVETO

Työn tavoite oli tehdä kiinnikkeen asennuksesta nopeampaa ja helpompaa. Työssä käytettiin vanhan kiinnikkeen mallia ja kiristystapoja hyödyksi, muuttamalla niitä helpommin käytettäviksi.

Työlle annettiin vaatimuksia, joita sen tulisi täyttää. Johtuen vaatimusten suuresta määrästä, valitsin niistä tärkeimmät, joita lähdin parantamaan. Kiinnike on nopeampi kiristää paikalleen verrattuna vanhaan malliin, koska käytössä on vain yksi avainkoko ja kiristysuunta on yläpuolelta. Kiinnikkeen kasausta on myös nopeampaa, koska se suunniteltiin niin, ettei siinä ole irtonaisia osia yhtä paljon kuin vanhassa mallissa.

Kiinnikkeen suunnittelu tapahtui Solidworks 3D-mallinnusohjelmalla. Ohjelman käyttö oli jo osittain tuttua, mutta työn suunnittelu oli opettavaa ja edisti suunnittelutaitojani. Suunnittelutyötä helpotti työkokemukseni aurinkopaneelien asentamisesta sekä idea, miten kiinnikettä tulisi muuttaa paremmaksi.

Lopputulos on mielestäni onnistunut, koska aurinkopaneelien asennus tapahtuu nopeammin ja helpommin uuden kiinnikkeen avulla. Kiinnikkeen tuotantohintaa ei kuitenkaan saatu alemmaksi, koska tuotettu kappalemäärä jää niin pieneksi. Nopeamman asennuksen ansiosta kiinnikkeen käyttö laskee asentamiseen kulunutta aikaa ja yritys säästää palkkakustannuksissa.

## LÄHTEET

<http://www.finlumo.fi/aurinkoenergia-suomessa/> viitattu 2016

<https://finnwind.fi/> viitattu 31.3.2019

<https://www.al-men.fi/alumiiniprofiilit/> viitattu 31.4.2019

Suomen Standardisoimisliitto SFS ry viitattu 27.3.2019

[https://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto\\_ja\\_rakentaminen/Lainsaadanto\\_ja\\_ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma/Rakenteiden\\_lujuus\\_ja\\_vakaus](https://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Lainsaadanto_ja_ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma/Rakenteiden_lujuus_ja_vakaus) Ympäristöministeriö, viitattu Helsingissä 20. joulukuuta 2016

[https://purso.fi/files/4015/3053/5354/purso\\_profiilisuunn\\_kasikirja\\_web.pdf](https://purso.fi/files/4015/3053/5354/purso_profiilisuunn_kasikirja_web.pdf) viitattu 31.3.2019

<https://www.valuatlas.fi/node/60> viitattu 30.3.2019